

**Efisiensi Biaya Distribusi
Dengan Metode Transportasi**

Oleh :

Hendi Nirwansah dan Widowati

**Jurusan Matematika FMIPA UNDIP Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275**

Abstrak

Aplikasi matematika saat ini banyak diterapkan dalam berbagai bidang, salah satunya bidang industri / perusahaan. Permasalahan yang sering dihadapi perusahaan / industri mengenai masalah transportasi. Bagaimana pengalokasian distribusi produk yang tepat dari sejumlah tempat asal ke beberapa tempat tujuan distribusi dengan tujuan meminimalkan biaya transportasi. Dalam hal menentukan suatu rute pendistribusian yang tepat dapat digunakan suatu metode transportasi dalam Program Linier.

Kata Kunci : Metode Transportasi, Program linier

1. PENDAHULUAN

Berdirinya suatu perusahaan di tengah-tengah kehidupan masyarakat mempunyai tujuan untuk menghasilkan suatu alat pemuas yang berupa barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Eksistensi perusahaan tersebut bergantung pada tanggapan masyarakat terhadap produk-produk yang dihasilkan dan berkaitan dengan program pemasaran produk yang dilakukan perusahaan.

Agar tujuan kegiatan pemasaran dapat tercapai maka salah satu program yang harus dijalankan bagi perusahaan yaitu menyalurkan/mendistribusikan produk-produk hasil produksi kepada konsumen. Sejalan dengan tujuan tersebut perusahaan memerlukan rencana pendistribusian produk yang tepat karena dengan ketidaktepatan dalam pendistribusian dapat menyebabkan tidak optimalnya pemasaran atau juga bisa menyebabkan kerugian bagi perusahaan.

Pada paper ini akan membahas pengalokasian distribusi produk yang tepat dari sejumlah tempat asal ke beberapa tempat tujuan distribusi guna meminimalkan biaya transportasi dengan metode transportasi. Dengan asumsi biaya transport dari masing-masing rute pendistribusian produk proporsional dengan banyaknya unit produk yang dikirimkan.

2. PROGRAM LINEAR

Program Linear adalah suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan mengenai pengalokasian / penempatan sumber-sumber yang terbatas diantara beberapa aktivitas yang bersaing, dengan cara yang terbaik yang mungkin dilakukan agar memperoleh suatu solusi yang optimal.

Dalam membangun model dari formulasi permasalahan perlu digunakan beberapa pengertian sebagai berikut :

1. Variabel Keputusan

Variabel Keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.

2. Fungsi Tujuan (objektif)

Fungsi Tujuan merupakan suatu nilai sasaran yang akan diminimumkan atau dimaksimumkan. Fungsi disini merupakan bentuk hubungan antara variabel

keputusan. Misal, memaksimalkan keuntungan (pendapatan-pengeluaran), meminimalkan ongkos transportasi dan lain sebagainya.

3. Pembatas

Pembatas merupakan kendala yang dihadapi sehingga tidak bisa menentukan nilai-nilai dari variabel keputusan secara sembarang.

4. Pembatas tanda

Pembatas tanda merupakan pembatas yang menjelaskan apakah variabel keputusannya diasumsikan hanya bernilai positif atau juga bernilai negatif.

3. PERMASALAHAN TRANSPORTASI

Masalah transportasi adalah bagian dari "operation research" yang membahas tentang minimisasi biaya transportasi dari suatu tempat ke tempat lain. Istilah transportasi atau distribusi terkandung makna bahwa adanya perpindahan atau aliran barang dari satu tempat ke tempat lain. Kita tahu bahwa mendistribusikan barang dari suatu tempat ke tempat atau beberapa tempat lain memerlukan alat dan biaya transportasi.

Garis besarnya berarti persoalan transportasi merupakan suatu masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) ke sejumlah tujuan (*destination*) dengan tujuan meminimumkan ongkos pengangkutan yang terjadi.

Ciri-ciri khusus persoalan transportasi adalah :

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
2. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan besarnya tertentu.
3. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya sesuai dengan permintaan dan kapasitas sumber.
4. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya tertentu.

4. MODEL TRANSPORTASI

Model Transportasi adalah suatu gambaran yang dituangkan ke dalam bentuk model matematika dari sebuah kasus transportasi yang dapat membantu kita untuk berpikir secara cepat dan sistematis mengenai kasus tersebut. Bentuk umum matriks transportasi adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Matriks Transportasi

Tujuan Sumber	1	2	3	....	m	Supply
1	X_{11} C_{11}	X_{12} C_{12}	X_{13} C_{13}	....	X_{1m} C_{1m}	S_1
2	X_{21} C_{21}	X_{22} C_{22}	X_{23} C_{23}	....	X_{2m} C_{2m}	S_2
3	X_{31} C_{31}	X_{32} C_{32}	X_{33} C_{33}	....	X_{3m} C_{3m}	S_3

\vdots \vdots	\vdots \vdots	\vdots \vdots	\vdots \vdots	\vdots \vdots	\vdots \vdots	\vdots \vdots
n	X_{n1} <div>C_{n1}</div>	X_{n2} <div>C_{n2}</div>	X_{n3} <div>C_{n3}</div>	....	X_{nm} <div>C_{nm}</div>	S_n
Demand	D_1	D_2	D_3	....	D_m	$\sum_{i=1}^n S_i$ $= \sum_{j=1}^m D_j$

Sebuah matriks memiliki n baris dan m kolom. Pada matriks transportasi sumber-sumber terletak pada baris, sedangkan tujuan-tujuan terletak pada kolom. Notasi i digunakan untuk menandai baris ke-i, sedang notasi j digunakan untuk menandai kolom ke-j.

Dengan demikian :

X_{ij} = banyaknya unit produk atau barang yang akan dikirim dari sumber ke -i menuju tujuan ke-j

C_{ij} = harga transport barang per unit dari sumber i ke tujuan j

S_i = kapasitas dari sumber ke-i

D_j = banyaknya permintaan barang dari tujuan ke-j.

Persoalan transportasi dapat dirumuskan kedalam Program Linier sebagai berikut:

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij}$$

Yang memenuhi kendala-kendala

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = S_i, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = D_j, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, m$$

Adapun langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan transportasi adalah sebagai berikut.

1. Menentukan solusi fisibel awal

Solusi fisibel awal adalah suatu solusi untuk mencari suatu pengalokasian distribusi barang yang mungkin dari tiap sumber ke tiap tujuan. Dalam program linier untuk menentukan solusi fisibel dapat digunakan Metode biaya terkecil (*Least Cost Method*). Algoritma Metode *Least-Cost* untuk mencari solusi fisibel awal dari masalah transportasi adalah sebagai berikut :

Step1. Untuk membuat tabel transportasi, pilih kotak dengan biaya transport per unit (C_{ij}) termurah, alokasikan ke kotak tersebut sebanyak yang memungkinkan.

Step 2. Dari kotak-kotak dalam tabel transportasi yang masih mungkin diberi alokasi barang, pilih kotak dengan biaya transportasi per unit termurah dan alokasikan barang sebanyak yang memungkinkan ke kotak tersebut.

Step 3. Lanjutkan proses ini sampai semua penawaran dan permintaan terpenuhi.

2. Melakukan uji optimalitas

Setelah diperoleh solusi fisible awal maka langkah selanjutnya melakukan uji optimalitas. Langkah ini merupakan langkah penyelesaian model untuk mendapatkan solusi minimal. Pada pengujian optimalitas ini dapat digunakan Metode Stepping Stone (*Stepping Stone Method*). Sehingga algoritma dari Metode *Stepping-Stone* bisa dituliskan sebagai berikut :

Step 1. Untuk tiap variabel non basis (kotak kosong) dilakukan proses loop/jalur tertutup.

Step 2. Hitung perubahan harga dari tiap proses jalur tertutup. Bila semua non negatif solusi sudah optimal. Apabila masih ada yang negatif lanjutkan ke step 3.

Step 3. Pilih variabel non basis yang bersangkutan dengan jalur tertutup dengan perubahan harga yang paling negatif, namakan EV. Alokasikan EV sebesar min $[X_{ij}^-]$ pada jalur tertutup yang bersangkutan. Kurangkan tiap elemen $[X_{ij}^-]$ pada jalur tertutup tersebut dengan nilai minimum $[X_{ij}^-]$. Tambahkan tiap elemen $[X_{ij}^+]$ pada jalur tertutup tersebut dengan minimum $[X_{ij}^-]$.

Step 4. Kembali ke step 2.

5. STUDI KASUS

Sebagai verifikasi dari metode yang telah dikemukakan, pada bagian ini diberikan studi kasus yang akan di aplikasikan ke PT. Pertamina (Persero) Unit Pemasaran IV Semarang. Data pendistribusian elpiji di wilayah Jawa Tengah dan DI. Yogyakarta, pada bulan April 2006, meliputi

1. Letak *Supply Point* dan SPPBE di wilayah Jawa Tengah dan DI. Yogyakarta beserta biaya transportasi per-kg dalam pendistribusian elpiji.
2. Jumlah permintaan elpiji dari masing-masing SPPBE selama bulan Maret 2006.
3. Jumlah penawaran elpiji dari masing-masing *Supply Point* selama bulan Maret 2006.
4. Biaya transportasi elpiji ke seluruh SPPBE Jawa Tengah dan DI. Yogyakarta oleh PT. Pertamina (Persero) bulan Maret 2006 sebesar Rp. 1.996.261.706,90

Tabel 2. Biaya distribusi elpiji

SPPBE	LOKASI	SUPPLY POINT	JARAK TOTAL (KM)	TRANSPORT >30 KM (Rp/ KG)
UNIT PEMASARAN IV	1	2	3	4
PT. MANGGALA	TAMBAK AJI	CILACAP	366	265.72
	SEMARANG	BALONGAN	318	230.87
PT. BAKTI BUNGA	PRAMBANAN	CILACAP	228	165.53
	YOGYAKARTA	BALONGAN	466	338.32
PT. DIRGANTARA	DS.SIDAHARJO	CILACAP	153	111.08
	TEGAL	BALONGAN	170	123.42
PT. LUMBUNG EB	KALIGawe	CILACAP	365	264.99
	SEMARANG	BALONGAN	339	246.11
PT. RESTUGAS AJI	PALUR SOLO	CILACAP BALONGAN	288 438	209.09 317.99
PT. DHARMASRANA	UNGARAN	CILACAP BALONGAN	336 342	243.94 248.29
PT. INDAH SRI	BOYOLALI	CILACAP BALONGAN	290 410	210.54 297.66

Ket : Transport (Rp/Kg) = $\frac{\text{Jarak Total} \times \text{Rp.726}}{1000}$

Tabel 3. Data permintaan elpiji bulan Maret 2006

SUPPLY POINT	SPPBE						
	PT. MANGGALA	PT. BAKTI BUNGA	PT. DIRGANTARA	PT. LUMBUNG EB	PT. RESTUGAS AJI	PT. DHARMASRANA	PT. INDAH SRI
	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)
CILACAP	1.341.000	2.375.000	279.000	555.000	1.540.000	700.000	366.200
BALONGAN	720.360	-	684.000	463.290	-	540.220	-
JUMLAH	2.061.360	2.375.000	963.000	1.018.290	1.540.000	1.240.220	366.200

Tabel 4. Data penawaran dan permintaan elpiji bulan Maret 2006

SUPPLY POINT	SPPBE							Penawaran
	PT. MANGGALA	PT. BAKTI B	PT. DIRGANTARA	PT. LUMBUNG	PT. RESTUGAS	PT. DHARMASRANA	PT. INDAH SRI	
	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)	(KG)	
CILACAP	1.341.000	2.375.000	279.000	555.000	1.540.000	700.000	366.200	7.156.200
BALONGAN	720.360	-	684.000	463.290	-	540.220	-	2.407.870
Permintaan	2.061.360	2.375.000	963.000	1.018.290	1.540.000	1.240.220	366.200	9.564.070

Kemudian, dari data yang telah diperoleh dicari solusi fisibel awalnya dengan Metode Biaya Terkecil (Least Cost). Dengan menggunakan algoritma dari Metode Ongkos Terkecil (Least Cost) didapatkan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Solusi Metode Ongkos Terkecil (Least Cost)

SPPBE Supply Point	PT. Manggala	PT. Bakti B	PT. Dirgantara	PT. Lambung E	PT. Restugas A	PT. Dharma. ana	PT. Indah Sri R	Penawaran
Cilacap	265,72	165,53	111,08	264,99	209,09	243,94	210,54	7.156.200
		2.375.000	963.000	671.780	1.540.000	1.240.220	366.200	
Balongan	230,87	338,32	123,42	246,11	317,99	248,29	297,66	2.407.870
	2.061.360			346.510				
Permintaan	2.061.360	2.375.000	963.000	1.018.290	1.540.000	1.240.220	366.200	9.564.070

Total biaya transportasi dengan menggunakan Metode Least Cost yaitu :

$$\begin{aligned} Z &= \sum (\text{Biaya Transportasi tiap unit} \times \text{Jumlah Supplay}) \\ &= 165,53 (2.375.000) + 111,08 (963.000) + 264,99 (671.780) + \\ &\quad 209,09 (1.540.000) + 243,94 (1.240.220) + \\ &\quad 210,54 (366.200) + 230,87 (2.061.360) + 246,11 (346.510) \\ &= 393.133.750 + 106.970.040 + 178.014.982,2 + 321.998.600 + \\ &\quad 302.539.266,8 + 77.099.748 + 475.906.183,2 + 85.279.576,1 \\ &= 1.940.942.146 \end{aligned}$$

Selanjutnya, solusi akhir dapat dicari dengan menggunakan pengujian optimal Metode Biaya Terkecil. Sesuai dengan prosedur pada algoritma dari Metode Stepping Stone, maka didapatkan solusi akhir seperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Solusi Akhir Metode Stepping Stone

SPPBE Supply Point	PT. Manggala	PT. Bakti B	PT. Dirgantara	PT. Lumbung E	PT. Restugas A	PT. Dharmasrana	PT. Indah Sri R	Penawaran
Cilacap	265,72	165,53	111,08	264,99	209,09	243,94	210,54	7.156.200
		2.375.000	963.000	671.780	1.540.000	1.240.220	366.200	
Balongan	230,87	338,32	123,42	246,11	317,99	248,29	297,66	2.407.870
	2.061.360			346.510				
Permintaan	2.061.360	2.375.000	963.000	1.018.290	1.540.000	1.240.220	366.200	9.564.070

Sehingga ongkos pengiriman total yang optimal/minimum adalah sebesar

$$\begin{aligned} Z_{\min} &= \sum (\text{Biaya Transportasi tiap unit} \times \text{Jumlah supplay}) \\ &= 165,53 (2.375.000) + 111,08 (963.000) + 264,99 (671.780) \\ &\quad + 209,09 (1.540.000) + 243,94 (1.240.220) + \\ &\quad 210,54 (366.200) + 230,87 (2.061.360) + 246,11 (346.510) \\ &= 393.133.750 + 106.970.040 + 178.014.982,2 + 321.998.600 + \\ &\quad 302.539.266,8 + 77.099.748 + 475.906.183,2 + 85.279.576,1 \\ &= 1.940.942.146 \end{aligned}$$

Dari has hasil perhitungan diperoleh bahwa biaya pengiriman total minimum adalah Rp 1.940.942.146,00

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dari pembahasan, maka dapat di ambil kesimpulan bahwa alokasi pendistribusian elpiji oleh PT. Pertamina selama bulan maret 2006 belum optimal dilihat dari segi pengeluaran biaya transportasi yang mencapai Rp. 1.996.261.706,90. Dari hasil perhitungan dengan beberapa metode transportasi dan perbaikan alokasi tersebut dapat dihasilkan solusi optimal untuk pengiriman elpiji selama bulan maret 2006 sebesar Rp. 1.940.942.146,00. Dengan kata lain biaya distribusi elpiji sebenarnya dapat diminimalkan dengan alokasi seperti tertera pada Tabel 6. Dengan ini PT. Pertamina (Persero) dapat

melakukan penghematan biaya dalam pendistribusian elpiji selama bulan maret 2006 sebesar Rp. 55.319.560,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ferguson, T.S., *Linear Programming*, [www. Math.ucla.edu/~tom/ LP.pdf](http://www.Math.ucla.edu/~tom/LP.pdf), diakses terakhir bulan Mei 2007.
- [2]. Hillier, Frederick S ; Lieberman, Gerald J. 1994. *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta : Erlangga.
- [3]. Irawanto, Bambang ; Surarso, Bayu ; Sarwadi. 2004. *Buku Ajar Program Linear*. Semarang : Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro.
- [4]. Prawirosentono, Suyadi. 2001. *Manajemen Operasi Analisis dan Studi Kasus*. Jakarta : Bumi Aksara.
- [5]. Taylor III, Bernard W.2001. *Sains Manajemen Buku 1*. Jakarta : Salemba Empat.